

# Saúde Ocupacional aplicada ao Trabalho Hiperbárico

 [rpso.pt/saude-ocupacional-aplicada-ao-trabalho-hiperbarico/](http://rpso.pt/saude-ocupacional-aplicada-ao-trabalho-hiperbarico/)

November 24, 2018

**Santos M, Almeida A, Lopes C, Oliveira T. Saúde Ocupacional aplicada ao Trabalho Hiperbárico. Revista Portuguesa de Saúde Ocupacional on line. 2018, volume 6, 1-23. DOI: 10.31252/RPSO.24.11.2018**

## OCCUPATIONAL HEALTH APPLIED TO HYPERBARIC WORK

**TIPO DE ARTIGO:** Revisão Bibliográfica Integrativa

**Autores:** Santos M(1), Almeida A(2), Lopes C(3), Oliveira T(4).

### RESUMO

#### Introdução/ enquadramento/ objetivos

Fazer mergulho como tarefa profissional implicará trabalhar a nível do ensino de mergulho, turismo, construção naval, manutenção de plataformas marítimas, investigador (biologia, climatologia, arqueologia, história), ser pescador/ mariscador ou fazer recolha de plantas específicas.

#### Metodologia

Trata-se de uma Revisão Bibliográfica Integrativa, iniciada através de uma pesquisa realizada em agosto de 2018 nas bases de dados “CINALH plus with full text, Medline with full text, Database of Abstracts of Reviews of Effects, Cochrane Central Register of Controlled Trials, Cochrane Database of Systematic Reviews, Cochrane Methodology Register, Nursing and Allied Health Collection: comprehensive, MedicLatina, Academic Search Complete e RCAAP”.

#### Conteúdo

O barotrauma é o dano que surge nos tecidos em função da pressão; tal é evitado se ocorrer homogeneização da pressão das cavidades com ar e o ambiente. Se à medida que se desce isso não ocorrer, poderá surgir transudação serohemática ou até hemorragias para as cavidades pneumatizadas, para normalizar a pressão. Ao subir, por

sua vez, o ar expande nessas estruturas e tal também poderá originar danos. A barotraumatismo pode assim existir na subida, ainda que, no ouvido médio, por exemplo, é mais frequente na descida. A resposta do organismo à diferença de pressão dependerá da sua constituição da área anatómica em causa (sólida, líquida compressível, líquida não compressível ou gasosa).

## **Conclusões**

Em nenhum dos documentos consultados se encontrou uma visão global e minimamente completa a nível de saúde ocupacional deste setor, ainda que alguns dos trabalhos tenham sido muito exaustivos a nível da física do mergulho e respetivas alterações fisiológicas, sobretudo associadas ao barotraumatismo e à doença da descompressão. Com esta revisão e reflexão dos autores, tentou-se listar os inúmeros riscos/ fatores de risco e medidas de proteção, escassamente referidas na literatura.

**PALAVRAS/ EXPRESSÕES- CHAVE:** trabalho hiperbárico, mergulho; saúde ocupacional, saúde do trabalhador e medicina do trabalho.

## **ABSTRACT**

### **Introduction / framework / objectives**

Scuba diving as a professional task will involve working in diving lessons, tourism, shipbuilding, maintenance of maritime platforms, researcher (biology, climatology, archeology, history, being a fisherman or plant collector.

### **Methodology**

This is an Integrative Bibliographic Review, initiated through a survey conducted in August 2018 in the databases “CINALH plus with full text, Medline with full text, Database of Abstracts of Reviews of Effects, Cochrane Central Register of Controlled Trials, Cochrane Database of Systematic Reviews, Cochrane Methodology Register, Nursing and Allied Health Collection: comprehensive, MedicLatina, Academic Search Complete and RCAAP “.

### **Content**

Barotrauma is the damage that arises in tissues as a function of pressure; this is avoided if homogenization of the pressure of the air pockets and the environment occurs. If this does not occur, serohematic transudation or even bleeding into the pneumatized cavities may occur to normalize the pressure. Going to the surface, the air expands in the pneumatized cavities and if this excess volume of air is not released, barotrauma will also result. Barotraumatism can thus exist in the ascent, although in the middle ear, for example, it is more frequent in descent.

The body's response to the pressure difference will depend on its constitution: solid, liquid or gas.

## Conclusions

In none of the consulted documents was a complete view of occupational health applied to this sector, although some of the studies are very exhaustive in the physics of diving and their physiological alterations, mainly associated with barotraumatism and decompression sickness. With this review and reflection the authors tried to list the risks / risk factors and measures of protection.

**KEY WORDS / EXPRESSIONS:** hyperbaric work, diving; occupational health, worker health, and occupational medicine.

## INTRODUÇÃO

Todos os artigos selecionados praticamente se dedicaram apenas à questão do barotraumatismo e da doença da descompressão, ou seja, salientando os fatores de risco da pressão atmosférica (valor absoluto e variação rápida da mesma) e toxicidade causada por acumulação de alguns gases no organismo.

Fazer mergulho como tarefa profissional implicará trabalhar a nível do ensino de mergulho, turismo, construção naval, manutenção de plataformas marítimas, investigador (biologia, climatologia, arqueologia, história), ser pescador/ mariscador ou fazer recolha de plantas específicas.

## METODOLOGIA

Pergunta protocolar: quais as particularidades do trabalho hiperbárico na perspetiva da saúde ocupacional?

Em função da metodologia **PICo**, foram considerados:

–**P** (*population*): funcionários a exercer atividades de mergulho.

–**I** (*interest*): reunir conhecimentos relevantes sobre o trabalho em circunstâncias hiperbáricas

–**C** (*context*): saúde ocupacional nas empresas com postos de trabalho associado ao mergulho

Foi realizada uma pesquisa em agosto de 2018 nas bases de dados “*CINALH plus with full text, Medline with full text, Database of Abstracts of Reviews of Effects, Cochrane Central Register of Controlled Trials, Cochrane Database of Systematic Reviews, Cochrane Methodology Register, Nursing and Allied Health Collection: comprehensive, MedicLatina e Academic Search Complete*”. Utilizando a expressão-chave “*hyperbaric work e underwater*” foram obtidos 1078 e 278 documentos; conjugando tal com as palavras “*work e occupational*” foram obtidos 29, 36, 25 e 9 artigos, respetivamente, com

os critérios publicação igual ou superior a 2007 e acesso a texto completo; foram selecionados após a leitura do resumo 3, 6, 2 e 1 trabalhos, respetivamente e, após a consulta do trabalho na íntegra, manteve-se o interesse em 10 artigos.

Contudo, como não se encontraram estudos relativos à realidade portuguesa nestas bases de dados indexadas, os autores procuraram trabalhos inseridos no RCAAP (Repositório Científico de Acesso Aberto em Portugal). Aqui, utilizando as palavras/expressões-chave “trabalho hiperbárico e mergulho”, foram obtidos 34 e 740 documentos; optou-se então por restringir a segunda palavra-passe a “assunto” a aí já se obtiveram 87 documentos; após a leitura do resumo dos mesmos foram selecionadas 3 e 8 investigações; após a consulta na íntegra ficaram disponíveis 8 trabalhos.

O resumo da metodologia aplicada nesta revisão pode ser consultado nos fluxogramas de 1ª e 2ª fases. Dada a extensão do artigo e o número de documentos consultados, os autores optaram por não incluir uma tabela onde resumissem as características metodológicas dos artigos selecionados, para que esta revisão não ficasse ainda mais extensa.

## **CONTEÚDO**

### **1)Tipos de Mergulho**

#### **1.1)Apneia**

No mergulho em apneia<sup>1,2</sup> o indivíduo inspira profundamente e sem qualquer auxílio mecânico; fica submerso por tempo variável, consoante a sua técnica e robustez<sup>3</sup>. Os fatores que influenciam o mergulho em apneia são o volume pulmonar, o consumo de oxigénio e a tolerância ao dióxido de carbono. Através da hiperventilação consegue-se baixar o estímulo respiratório e, simultaneamente, aumentar a pressão parcial do oxigénio ainda que, se não suficiente, possa surgir a perda de consciência<sup>2</sup>. Este método só é usado em contexto ocupacional em situações artesanais e rudimentares.

#### **1.2)Snorkling**

No *snorkling* usa-se uma máscara ocular ou facial (mais recentes), com um tubo que fica ligado ao exterior, através do qual se respira, uma vez que se mantém quase sempre à superfície do mar. Não se trata de um método com grandes aplicações profissionais.

#### **1.3)Semiautónomo**

No mergulho semiautónomo<sup>1</sup> o funcionário recebe ar da superfície através de uma máscara facial ou capacete, ligados à superfície por tubos e geralmente com comunicação áudio- SSBA (*surface supplied breathing apparatus*); por vezes alguns pescadores/ mariscadores utilizam sistemas artesanais que tentam mimetizar esta tecnologia<sup>3</sup>.

#### **1.4)Autónomo**

O mergulho autónomo pode ser baseado no método SCUBA (*self contained underwater breathing apparatus*)<sup>2,4</sup>, desenvolvido por Jacques Cousteau, utilizando uma ou duas garrafas (com ar comprimido ou outra mistura respiratória) ou no método CCR (*closed circuit rebreather*) que, através de um absorvente de dióxido de carbono e sistema de administração de oxigénio, permite auxiliar a respiração. Com o aperfeiçoamento da tecnologia surgiu o trimix (oxigénio, hélio e azoto ou nitrogénio), que possibilitou mergulhos mais fundos que 100 metros e por várias horas<sup>3,5</sup>.

Existem instituições que definem a profundidade e tempo máximo de mergulho que não exigem pausas de descompressão ao regressar à superfície. Quando se prevê ultrapassar esses limites a mistura de gases deve ser diferente, de forma a atenuar o risco de intoxicação por nitrogénio ou oxigénio. O nitrogénio é um gás inerte, logo, não sendo metabolizado, acumula-se nos tecidos. Quanto maior a profundidade, maior a difusão do nitrogénio para o sangue e os tecidos<sup>5</sup>.

#### **2)Física aplicada ao Mergulho e misturas gasosas utilizadas**

Por cada dez metros o volume de ar contrai-se para metade e a pressão aumenta uma atmosfera<sup>1-3</sup>; ao nível do mar existe uma atmosfera de pressão ou 760 mmHg<sup>4</sup>.

Ao colocar na face uma máscara de mergulho é criado um espaço entre esta e os tecidos orbitários; ainda que não seja um espaço anatómico, estando estanque, é preenchido por ar e fica sujeito às variações de pressão com a profundidade, ou seja, na descida o volume de ar dentro contrai, originando um vácuo. A diferença de pressão pode ser resolvida através da introdução de ar dentro da máscara pela expiração. Se tal não acontecer, o efeito de sucção nas áreas periorbitárias poderá originar petéquias e/ ou hemorragia subconjuntival que, apesar de terem resolução espontânea, também podem durar semanas ou então um hematoma orbitário que, ainda que raro, poderá levar à proptose e diplopia<sup>3</sup>.

Os gases, se sujeitos a pressões elevadas, são comprimidos; ao contrário dos líquidos não compressíveis e sólidos<sup>6</sup>. A lei de Boyle-Mariotte diz que com o aumento da profundidade aumenta a pressão exercida no organismo. Assim, num sistema fechado o volume de um gás é inversamente proporcional à pressão. As maiores variações de volume existem nos primeiros metros de mergulho (sobretudo nos primeiros doze)<sup>2</sup>.

A água tem uma densidade superior ao ar, o que implica mais massa por unidade de volume, logo, pesando mais; assim, à medida que se desce, sente-se cada vez mais a pressão exercida da água para cima. Para além disso, água sob pressão apresenta o mesmo volume porque não é compressível. Uma vez que o organismo é basicamente constituído por água, não existem lesões relevantes diretas nos tecidos; nas áreas com ar pode surgir o barotrauma<sup>1</sup>.

Para mergulhos em profundidade usa-se uma mistura de hélio e oxigénio para diminuir a densidade do gás. Para além disso, o hidrogénio também tem sido cada vez mais usado para esse objetivo (no mergulho profissional a alta profundidade) e para atenuar a semiologia associada. Existem no mercado misturas de oxigénio e nitrogénio (nitrox), hélio e oxigénio (heliox) e dos três (trimix, como já se mencionou). Nem sempre se pode optar pelo hélio, devido ao custo mais elevado; a nível militar, por exemplo, onde o parâmetro segurança vem antes de questões economicistas, só se usa o heliox. Para zonas ainda mais profundas (200 metros), por exemplo, por vezes usa-se um sistema fechado que recolhe o gás exalado, elimina o dióxido de carbono, acrescenta oxigénio e redireciona para o bocal novamente<sup>7</sup>.

### **3)Fisiologia aplicada ao Mergulho**

O barotrauma é o dano que surge nos tecidos em função da pressão; tal é evitado se ocorrer homogeneização da pressão das cavidades com ar e o ambiente. Se à medida que se desce isso não ocorrer, poderá surgir transudação serohemática ou até hemorragias para as cavidades pneumatizadas, para normalizar a pressão. Ao subir, por sua vez, o ar expande nas cavidades pneumatizadas e se esse excesso de volume de ar não for libertado, resultará também em dano<sup>3</sup>. A barotraumatismo pode assim existir na subida, ainda que, no ouvido médio, por exemplo, é mais frequente na descida<sup>2</sup>.

A resposta do organismo à diferença de pressão dependerá da sua constituição: se sólido ou preenchido por líquido não existirão alterações (desde que o líquido não seja compressível); no entanto, se preenchido por gás e sobretudo com paredes elásticas, o seu tamanho mudará<sup>4</sup>.

Com a alteração de pressão no ambiente, as cavidades do corpo que contêm ar irão sofrer alguma alteração de volume e, se não se homogeneizar esse gradiente pela entrada ou saída de ar, poderão aparecer danos. Tal é conseguido através da Trompa de Eustáquio, com a manobra de Valsalva, ou seja, expiração forçada com as fossas nasais e boca fechadas; a manobra de Toynbee que consiste em deglutir nessas mesmas condições e, por fim, na técnica de Frenzel, a língua fará o movimento ântero-posterior, contra o palato, também com os lábios e nariz encerrados<sup>1,8</sup>.

O aumento da pressão causa edema no epitélio do canal auditivo externo e seios perinasais, surgindo a dor. A descida e a subida causam distensão e compressão dos gases contidos no ouvido, originando dor e vertigem, sintomas esses eventualmente revertidos pelas manobras de Valsalva, Frenzel, Edmonds, Lowry ou Toynbee<sup>8</sup>.

Durante o mergulho, à medida que há aumento da pressão, surgem alterações na tensão do oxigénio e do dióxido de carbono; por exemplo, a quinze metros de profundidade ocorre um desvio do dióxido de carbono para o sangue; por sua vez, nas subidas, mais oxigénio e dióxido de carbono deslocam-se para os pulmões, atenuando assim o estímulo para ventilar normalmente<sup>8</sup>.

Mergulhando a grande profundidade poderá ocorrer retenção de dióxido de carbono, devido a diminuição da ventilação pulmonar, secundária ao aumento da densidade da mistura de gases inalada e pelo maior esforço em respirar, sobretudo na expiração. A hipercapnia pode colocar o mergulhador inconsciente, aumentando também o risco de ter convulsões e da toxicidade associada ao oxigénio. Contudo, dada a dificuldade de atribuir na autópsia o aumento de dióxido de carbono como causa de morte, a prevalência real desta situação não é perceptível com clareza<sup>7</sup>.

O método SCUBA permitiu a permanência mais prolongada e profunda dos mergulhadores, o que aumentou o aporte dos gases respiratórios para o sangue, com eventuais fenómenos embólicos e de disfunção endotelial, sobretudo com subidas rápidas, evento esse considerado muito relevante na Doença da Descompressão<sup>9</sup>. Os processos de embolia secundários às atividades de mergulho conseguem ativar as plaquetas e produzir micropartículas pró-coagulantes, que parecem afetar mais a macrovasculatura<sup>10</sup>. A administração prévia de antioxidantes atenua um pouco o fenómeno, o que indica a participação do stress oxidativo no processo. Verificou-se também que alguns vasos sanguíneos apresentam as suas camadas mais internas espessadas em mergulhadores, o que é um marcador razoável de aterosclerose, associada a maior risco de eventos isquémicos<sup>9</sup>.

A imersão na água, devido aos nervos trigémio e vago, causa diminuição da frequência cardíaca em até 40%, ainda que tal possa ser equilibrado pela ansiedade<sup>8</sup>.

A visão está diminuída no mergulho, sobretudo a nível periférico e na distinção das cores para zonas mais profundas. A audição é o segundo sentido mais prejudicado<sup>8</sup>.

Estima-se que por cada mil mergulhos, apenas um, em média, precise de apoio médico e tal geralmente é justificado por patologia prévia, vários mergulhos diários, subidas rápidas, problemas ambientais, alterações nos equipamentos e interação negativa com a fauna e/ ou flora<sup>8</sup>.

Os mergulhadores com treino militar recuperam mais rapidamente de possíveis problemas fisiológicos que surjam, eventualmente por agirem em função de protocolos pré-estabelecidos, que prezam a segurança<sup>11</sup> e eventualmente por estarem mais robustos e em melhor forma física. Um mariscador, por cada dia de trabalho, por exemplo, permanece até seis horas dentro de água, efetuando 150 a 250 mergulhos, entre cinco a vinte metros, com duração média de dois minutos por mergulho, sem nenhuma entidade reguladora/ controladora<sup>2</sup>.

#### **4)Patologias associadas ao Mergulho**

Barotraumatismo é o conjunto de danos causados pela expansão de gás em determinadas cavidades- por exemplo, a síndrome pulmonar de hiperinsuflação ou hiperpressurização, com eventual rutura dos sacos alveolares, enfizemas (mediastínico ou subcutâneo) e/ ou pneumocárdio<sup>6</sup>. A má visibilidade (pelas características da água, clima e/ou equipamento), por exemplo, pode potenciar o pânico, que poderá levar a subidas mais rápidas e consequentes barotraumatismos<sup>1</sup>.

A Doença da Descompressão, por sua vez, caracteriza-se pela existência de bolhas de gás nos tecidos e sangue<sup>6</sup>.

#### **4.1)Doença da Descompressão**

A Doença da Descompressão é a alteração patológica que surge a partir da formação de bolhas de gás no organismo, oriundas dos gases inertes acumulados nos tecidos, durante a despressurização. Ela surge quando o indivíduo regressa à superfície com os tecidos saturados de gás, sem dar tempo de este ser expulso via expiração. Se a subida for muito rápida, a diferença de pressão do nitrogénio entre o ar alveolar e os tecidos é muito elevada; logo, não saindo dos pulmões, forma bolhas para o sangue e tecidos<sup>5,11-13</sup>. Contudo, acredita-se que a maioria das bolhas é microscópica e desaparece sem causar problemas, via expiração. As bolhas podem interagir com a função celular, criar êmbolos, comprimir vasos sanguíneos, funcionar como antigénios, iniciar a cascata da coagulação, promover a libertação de substâncias vasoativas e/ ou causar trombocitopenia. Ainda assim, é também possível que os sintomas se iniciem até 48 horas depois<sup>5</sup>. Esta situação torna-se mais provável com o aumento do número de mergulhos diários, cansaço, idade mais avançada, obesidade, desidratação, consumo de álcool, alterações cardíacas (como persistência do *foramen ovale*) e temperatura mais baixa<sup>12</sup>. Acredita-se que ocorra um caso por cada 5.000 a 10.000 mergulhos e divide-se nos tipos I ou 1 e II ou 2<sup>5,11,12</sup>.

O primeiro atinge principalmente a pele, sistema músculo-esquelético e linfático; enquanto que o segundo incide particularmente nas estruturas do Sistema Nervoso Central e ouvido interno<sup>11,12</sup>. Ou seja, no tipo I (85% dos casos)<sup>14</sup> são usuais as mialgias<sup>13,14</sup> e as artralgias<sup>13</sup> (sintomas mais frequentes e correspondentes a 85% dos casos<sup>5</sup>; as articulações mais destacadas são as dos ombros, cotovelos, joelhos e tornozelos, geralmente de forma unilateral)- a dor geralmente é intensa e com sensação de atrito durante o movimento<sup>13</sup>; podem ainda existir parestesias<sup>13,14</sup>, mal-estar generalizado e eritema<sup>14</sup>; os membros superiores são três vezes mais atingidos. Se não for tratada pode evoluir para a de tipo II<sup>5</sup>. A taxa de sucesso do tratamento no tipo I é elevada (95%) e a maioria recupera totalmente<sup>12</sup>.

Por sua vez, o tipo II geralmente apresenta-se através de vertigem<sup>13,14</sup>, hipoacusia/ surdez<sup>15</sup> e atingimento da espinal medula (mais na região torácica superior), podendo culminar em paraplegia<sup>12</sup>. Ou seja, poder-se-á estratificar as alterações desta em:



- Neurológicas
  - A nível da espinal medula, com lombalgia, parestesia e paraplegia dos membros inferiores, bem como perda do controlo esfinteriano
  - Cefaleias
  - Alterações visuais
  - Confusão
  - Lipotimia
  - Morte
- Pulmonares
  - Dor retrosternal na inspiração
  - Tosse sem expectoração
  - Dispneia
  - Barotraumatismo pulmonar devido à passagem das bolhas
- Circulatórias
  - Choque hipovolémico devido à passagem de líquido intravascular para o espaço extravascular
  - Formação de trombos e libertação de substâncias vasoativas
  - Enfarte agudo do miocárdio
  - Disritmias<sup>5</sup>.

A precocidade dos sintomas (por exemplo, nos primeiros trinta minutos) associa-se a pior prognóstico<sup>5</sup>.

Alguns consideram ainda uma terceira categoria à parte (embolia gasosa arterial). A existência de um *foramen* oval (comunicação intra-auricular) aumenta a probabilidade de as bolhas passarem da circulação venosa para a arterial. Aliás, percebeu-se numa investigação que mais de metade dos mergulhadores nesta situação apresentava essa condição cardíaca<sup>5</sup>.

A nível do ouvido interno, o nitrogénio pode difundir-se para a perilinfa da cóclea, expandindo e formando bolhas; causando eventualmente hemorragias, exsudados ou até labirintite, o que pode dificultar o diagnóstico diferencial com o barotrauma. Contudo, aqui as vertigens são a queixa principal (77 a 100%) e a perda auditiva apenas ocorre em 6 a 40%; por sua vez, no barotrauma é muito mais relevante a perda auditiva e o acufeno, versus vertigem. O tratamento hiperbárico é útil na Doença da Descompressão mas prejudicial nas situações de barotrauma. O diagnóstico fica confirmado pela remissão dos sintomas com o oxigénio hiperbárico<sup>5</sup>.

A Ressonância Magnética Nuclear (RMN) consegue identificar lesões medulares e cerebrais na Doença da Descompressão tipo II, associadas a embolia gasosa e respetiva evolução, além de eliminar diagnósticos diferenciais<sup>5</sup>.

Se o indivíduo voar no mesmo dia que mergulhou, aumenta a probabilidade de surgir a Doença da Descompressão, devido às pressões mais baixas nas eventuais bolhas (até aí silenciosas)<sup>5</sup>.

Dentro desta patologia é raro ocorrer evidência de atingimento neurológico claro (Síndrome de Brown-Séquard)- existem apenas seis casos descritos na literatura, situação essa que implica alterações motoras e sensitivas graves. Pensa-se que tal se possa justificar pela interrupção do aporte sanguíneo causado pelas alterações no endotélio, secundárias aos fenômenos embólicos<sup>12</sup>.

O prognóstico será tanto melhor quanto mais precocemente se instituir a terapêutica<sup>12,14</sup>.

Parte de bibliografia inicialmente selecionada reportava ao México e descrevia o contexto socio/ cultural/ profissional onde estas situações ocorreram.

Numa zona deste país (Yucatan), existem alturas do ano dedicadas à recolha, por exemplo, de “pepinos do mar”, onde cerca de 75%<sup>14</sup> a 84,3% dos mergulhadores afirmam já ter experienciado pelo menos um episódio da Doença da Descompressão, sendo que alguns mencionaram cerca de 14 episódios dessa condição<sup>15</sup>; mas, ainda assim, apenas com um evento fatal descrito na literatura, num mergulhador inexperiente e já durante o tratamento na câmara hiperbárica<sup>14</sup> (terapêutica esta considerada de eleição), após automedicação com anti-inflamatório não esteroide (para um quadro caracterizado por tontura, acufeno, náusea, vômito, toracalgia, dor abdominal, dispneia e dor nos membros inferiores); neste caso houve algum atraso na procura de cuidados médicos, como é habitual nestes contextos, devido ao não reconhecimento da eventual gravidade da semiologia. A época para pescar os “pepinos do mar” dura apenas dez dias a um mês, consoante os anos, pelo que a generalidade dos pescadores, tendo em conta a elevada rentabilidade da mesma, tenta trabalhar de forma intensiva; para além disso, pescadores de outras áreas geográficas ou até mesmo indivíduos sem qualquer experiência neste setor, podem querer aumentar os seus rendimentos e tentar a sua sorte, sendo os desfechos menos positivos cada vez mais prováveis. Os mais jovens parecem ser mais capazes de correr riscos superiores. Para além disso, também se considera que a obesidade, a idade mais avançada e a menor robustez física (e patologias associadas), prevalentes em algumas populações desta zona do planeta, poderão potenciar a gravidade e frequência destes eventos<sup>15</sup>.

#### **4.2) Alterações no ouvido externo**

A otite externa é prevalente em mergulhadores (cinco vezes mais)<sup>1</sup>, devido ao traumatismo local, remoção de lípidos da pele que reveste o canal auditivo e da exposição frequente a humidade e temperaturas desadequadas<sup>1,3</sup>; bem como devido à alcalinização, que favorece o crescimento de bactérias e fungos<sup>1</sup>. A semiologia geralmente inclui otalgia, hiperémia, edema, otorreia e/ ou prurido, com posterior eventual crescimento mais específico de colónias de *pseudomonas aeruginosa* e *staphylococcus aureus*, sobretudo em climas quentes e com o uso do heliox (que favorece bactérias como a *pseudomonas*). A destacar que o edema intenso e/ ou a exostose do canal auditivo externo pode impedir a visualização do tímpano e o diagnóstico de barotraumatismo e essa mesma oclusão predispõe a esta última patologia<sup>1,3</sup>.

As exostoses são proeminências ósseas (proliferação osteoblástica)<sup>1</sup> que crescem em direção ao centro do canal auditivo externo, ainda que sejam geralmente assintomáticas e diagnosticadas por otoscopia<sup>3</sup>. Estas parecem ser mais frequentes e graves em mergulhadores de águas mais frias<sup>1,3</sup> e por tempos mais prolongados. O uso de tampões atenua o risco de desenvolver a exostose mas potencia a ocorrência de barotrauma. Se a exostose for volumosa, pode surgir hipoacusia de condução devido à oclusão direta, potenciada eventualmente pela acumulação de cerúmen e/ ou otites externas de repetição. Poderá ser adequado, em alguns casos, remover cirurgicamente a exostose<sup>3</sup>. Contudo, esta terapêutica é controversa dada, por exemplo, a quantidade de ruído que produz (128 decibéis). A otite externa potencia a ocorrência da surdez de condução<sup>1</sup>.

O barotrauma do ouvido externo é raro e geralmente associa-se ao uso de tampões ou outras estruturas que não permitam a circulação de água e ar, durante a descida (como exostoses, rolhões ou corpos estranhos). A principal semiologia é a otalgia e a eventual surdez súbita.

#### **4.3) Alterações no ouvido médio**

O barotrauma do ouvido médio é o mais frequente<sup>2,3</sup>, ainda que seja habitual a sua remissão sem sequelas; comparado com o barotraumatismo do ouvido interno, apesar de este último ser mais raro, poderá ser mais relevante e associar-se a perda auditiva permanente<sup>3</sup>.

O barotrauma do ouvido médio é mais frequente porque este é preenchido por ar, assim, o volume deste diminuirá com o aumento da pressão, à medida que se desce. As técnicas de equalização permitem corrigir a situação; contudo, esta fica prejudicada com infeções respiratórias superiores, alergias ou algumas alterações anatómicas e o barotrauma surge a partir de diferenças de pressão entre os 60 e os 100 mmHg, entre o ouvido médio e o externo; a partir daí pode haver rutura do tímpano, por aumento da pressão no ouvido externo. Esta surdez súbita de condução pode ser acompanhada por náusea, vômito e vertigem. O barotrauma do ouvido médio ocorre muito mais frequentemente na descida<sup>1,3</sup> e associa-se a um mau funcionamento da Trompa, que prejudica a sua abertura. Na subida o ar quente presente no ouvido médio expande e costuma abrir de forma passiva esta estrutura, se tal não ocorrer poderá surgir lesão. Após uma diferença de pressão de 90 mmHg a Trompa bloqueia irreversivelmente, pelo que o tímpano pode romper e, por isso, o mergulho deve ser interrompido quando se sentir a otalgia e a hipoacusia<sup>3</sup>.

A técnica de Valsalva ou a manobra de Toynbee devem ser realizadas desde o início do mergulho, de forma a potenciar a permeabilidade da Trompa de Eustáquio, permitindo a passagem do ar da nasofaringe para o ouvido médio, mantendo a mesma pressão dos dois lados do tímpano. A técnica de Lowry junta as duas manobras anteriores e a de Edmonds conjuga a primeira com a protusão e abertura da mandíbula; a técnica de

Frenzel caracteriza-se pela elevação da maçã de Adão com a boca e o nariz fechados; por fim, a manobra BTV (*béance tubaire volontaire*) consiste na abertura voluntária das Trompas de Eustáquio por um mergulhador experiente<sup>3</sup>.

O barotrauma do ouvido médio é classificado numa escala de seis níveis (classificação de Edmonds):

- 0-sintomas sem sinais
- I-hiperémia timpânica
- II-hiperémia timpânica e hemorragia do tímpano discreta
- III-hemorragia significativa
- IV-tom azulado e abaulamento do tímpano
- V-perfuração timpânica<sup>1,3</sup>.

Outra estratificação equivalente a nível da descompressão foi desenvolvida por Wallace Teed:

- 0-tímpano normal
- 1-hemorragia perimaleolar
- 2-eritema timpânico
- 3-bolhas ou nível aéreo visível
- 4-hemotímpano
- 5-perfuração do tímpano<sup>1</sup>.

Se existir uma diferença substancial de pressão entre os dois ouvidos, poderá surgir uma vertigem alternobárica, que se agrava com a verticalidade e pode desorientar e/ ou comprometer a flutuabilidade do mergulhador, eventualmente fazendo com que suba demasiado rápido<sup>3</sup>.

A existência de pressão negativa no ouvido médio implicará uma retração na membrana timpânica e odinofagia aguda e intensa, com eventuais hiperémia, hemorragia/ hemotímpano e rutura timpânica, hipoacusia condutiva unilateral e, por vezes, acufeno e vertigem. Esta última poderá ser justificada porque a entrada de água fria no ouvido médio altera a densidade da endolinfa ou então a vertigem poderá ocorrer pela diferença brusca na pressão entre os dois ouvidos (a já mencionada vertigem alternobárica). A semiologia ainda incluirá náusea, vômito e desorientação<sup>1,3</sup>.

A nível de exames auxiliares de diagnóstico poderão ser executados o timpanograma e a audiometria<sup>2</sup>.

Acredita-se que a surdez súbita de condução ocorra em cerca de 22% dos mergulhadores com barotrauma severo do ouvido médio. Durante o tratamento é fundamental evitar a entrada de água no ouvido<sup>1</sup>.

Em função de vários barotraumatismos repetidos e/ ou de um estado constante inflamatório, poderão surgir otites médias e perfuração crónica do tímpano. Por sua vez, a congestão nasal, alergias, rinite e sinusite podem aumentar o risco de ocorrência de barotraumatismo do ouvido médio<sup>2</sup>.

#### 4.4) Alterações no ouvido interno

O barotrauma do ouvido interno é raro mas pode levar a hipoacusia neurosensorial permanente, acufeno, vertigem e náusea. Os dois primeiros sintomas geralmente só são perceptíveis após o mergulho; a vertigem, ainda que frequente, é geralmente transitória, pouco grave e raramente aparece como sintoma único: as náuseas também não costumam ser intensas. Se as vertigens persistirem por vários dias, poderá ter ocorrido fístula da janela redonda ou oval<sup>3</sup>. Em muitos casos o diagnóstico nem é efetuado e/ ou a resolução é espontânea. O barotraumatismo do ouvido interno ocorre sobretudo na descida. Se os sintomas também surgirem na subida (vertigens, hipoacusia/ surdez, acufeno, náusea, vômito, nistagmo, desequilíbrio e ataxia), tal apontará para a possibilidade de um pneumolabirinto, por expansão do gás, lesão da cóclea ou no aparelho vestibular.

Os três principais mecanismos de lesão do ouvido interno são:

- rutura da membrana do labirinto<sup>1,3</sup>
- fístula da janela redonda ou oval com perda de perilinfa<sup>1-3</sup>
- hemorragia do ouvido interno (secundária à pressão existente nos capilares)<sup>3</sup>

Ou seja, as alterações de pressão do ouvido médio passam para a cóclea através das janelas (mais frequente a redonda)<sup>3</sup>. A manobra da Valsalva forçada pode rasgar a janela redonda ou, mais raramente, a oval. Por sua vez, a abertura súbita da Trompa de Eustáquio na descida também pode danificar as janelas<sup>1</sup>.

O barotrauma do ouvido interno pode ainda ocasionar rutura e/ ou hemorragia da membrana de Reissner, membrana basilar ou tectorial (associadas ao traumatismo do ouvido médio)<sup>3</sup>; as ruturas intracocleares justificam uma hipoacusia neurosensorial de longo prazo, por dano direto no órgão de Corti ou pela mistura da endolinfa com a perilinfa. A semiologia geralmente caracteriza-se por vertigem e náusea<sup>1,3</sup>.

Quando a Trompa de Eustáquio voluntariamente não desbloqueia, há retração da membrana timpânica e os ossículos farão força na janela oval, o que aumentará a pressão no líquido perilinfático; uma vez que este e a endolinfa não são compressíveis, a janela redonda vai ficar protuída. Por sua vez, manobras de Valsalva repetidas e forçadas também contribuirão para a subida da pressão na perilinfa. Poderá assim ocorrer rutura da janela redonda ou oval, com trânsito de perilinfa para o ouvido médio. O rasgamento da janela redonda é mais frequente que a janela oval, uma vez que esta última está anatomicamente mais protegida devido à proximidade do estribo e a primeira é também mais fina<sup>2</sup>.

A rutura da membrana labiríntica ocorre pela diferença de pressão entre os líquidos peri e endolinfáticos, podendo também danificar a membrana de Reissner. O tratamento incide no repouso com a cabeceira elevada 30 graus e a evicção de atividades que possam aumentar a pressão do líquido cefalorraquidiano. Poderá ser ponderada a

cirurgia nas situações com sintomas mais intensos e ausência de melhorias nos dias seguintes (até dez, sensivelmente). A irreversibilidade dependerá da lesão no Órgão de Corti<sup>1,2</sup>.

O diagnóstico resulta da junção da semiologia e exames de imagem, ainda que estes possam estar normais mesmo com lesão ou normalizarem após a fase inicial. Na TAC (tomografia axial computadorizada) poderá ocorrer evidência indireta da existência de fístula através do pneumolabirinto e fratura ou luxação dos ossículos. A avaliação clínica deverá também incluir a observação da cabeça e pescoço, otoscopia, teste de Rinne e Weber, exame dos pares cranianos e cerebelo, incluindo a manobra de Romberg<sup>2</sup>.

A Doença da Descompressão do ouvido interno é rara e não ainda muito bem entendida. Sabe-se que está associada a diminuições bruscas da pressão, que originam formação e expansão de bolhas de gás inerte na microvasculatura e fluidos do ouvido, na subida. Acredita-se que em mergulhadores experientes, possa ocorrer em cerca de 4,4% dos casos. Em 75% destes há vertigem e, em metade, poderá ser o único sintoma; 15% poderá também assinalar acufenos e hipoacusia. O lado direito é afetado em 80% das situações, devido à anatomia vascular (hipoplasia da artéria vertebral direita e direção do tronco cerebral braquicefálico)<sup>1</sup>.

#### **4.5) Alterações nos seios perifaciais**

Os seios perinasais são cavidades ósseas preenchidas por ar, existindo locais de comunicação para a nasofaringe; caso estes deixem de estar permeáveis na descida, é criado um vácuo, levando a edema da mucosa e eventuais hemorragia e *hemossinus*, que geralmente é perceptível através de uma dor intensa e súbita, que alivia ao subir alguns metros. Contudo, se as estruturas atrás mencionadas não estiverem permeáveis, a expansão do ar na subida pode fraturar o osso, originando enfizema subcutâneo ou orbitário, com eventual estiramento do nervo ótico e passagem de ar para o espaço subaracnoideu, situação essa perceptível pelo surgimento de cefaleia aguda e intensa. Os danos nos seios perinasais são mais prováveis então se existir infeção respiratória alta, pólipos nasais, desvio do septo, rinite e sinusite; podem também cursar com dor, amaurose, epistáxis, pneumocéfalo e alterações no trigémio<sup>3,8</sup>. Entre os seios, é mais frequentemente atingido o frontal e mais raramente o maxilar, etmoidal e esfenoidal<sup>3</sup>.

O barotrauma dos seios perinasais está classificado em três níveis:

- I-edema sem alterações radiográficas; desconforto transitório que reverte rapidamente
- II-dor até 24 horas depois; radiograficamente visualiza-se em espessamento da mucosa e derrame serohemático
- III-dor intensa (“picada de abelha”); eventual hematoma e *hemosinus*<sup>3</sup>.

Em alguns casos pode ser necessária cirurgia endoscópica para regularizar a drenagem e ventilação<sup>3</sup>.

#### **4.6) Alterações dentárias**

O barotrauma dentário pode afetar dentes e reconstruções dentárias, com ou sem dor (barodontalgia) intensa e geralmente durante a subida, ou seja, com a diminuição da pressão e expansão do ar dentro do dente; pode ainda ocorrer fratura dentária ou da amálgama de restauro e/ ou o seu descolamento. Este será mais frequente nas reconstruções defeituosas e nas periodontites, cáries, outras infeções ou quistos. Após tratamento dentário ou cirurgia oral, está recomendado que não se mergulhe por 24h a 7 dias, respetivamente e/ ou enquanto estiverem a decorrer as reconstruções temporárias<sup>3</sup>.

#### **4.7) Alterações nos nervos**

Para além dos danos no trigémio, a baroparésia do nervo facial pode ocorrer devido ao aumento súbito da pressão no ouvido médio durante a subida ou por manobras da Valsalva forçadas. Na generalidade dos indivíduos o nervo é protegido por uma estrutura óssea fina (canal de Falópio), contudo, acredita-se que este não existe em cerca de 10% da população; mesmo quem tem esta estrutura, por vezes ocorre deiscência espontânea. A miringotomia, se diminuir a pressão do ouvido médio, geralmente resolve a parésia facial<sup>3</sup>.

#### **4.8) Alterações Oculares**

O barotrauma ocular poderá colocar em causa a visão, em função da diferença de pressão das estruturas oculares e perioculares, o interior da máscara e o mar; a probabilidade de ocorrência fica potenciada com a má colocação da máscara, máscara nova e/ ou desadequada técnica de mergulho<sup>4</sup>.

O olho é preenchido por humor aquoso e vítreo (ambos não compressíveis e tecidos moles, logo, sem problemas); contudo, a colocação de máscara cria um espaço preenchido por ar. À medida que desce, se o mergulhador não expelir gás pelo nariz (equalizar), aparecerá uma pressão negativa no interior da máscara que irá tentar sugar os olhos e tecidos perioculares. Para além disso, máscaras que só cubram os olhos não permitem que o gás expirado regule a pressão dentro da máscara. Nas situações mais suaves a máscara simplesmente fica marcada na cara mas, nos casos mais graves, podem existir hemorragia orbitária/ retiniana e/ ou vítrea, neuropatia compressiva do nervo ótico e/ ou retinopatia de Purtscher<sup>4</sup>.

Indivíduos que tenham feito cirurgias oftalmológicas, com introdução de gás na câmara vítrea e/ ou correção de glaucoma, por exemplo, poderá ocorrer colapso do globo ocular; cirurgias da córnea e cataratas também não estão isentas de risco<sup>4</sup>.

#### **4.9) Hipoacusia/ surdez**

A surdez pode ser de condução, neurossensorial e mista. A primeira, mais frequente, tem como causas mais comuns o rolhão de cerúmen, traumatismo (do canal auditivo externo, tímpano ou nos ossículos) e pode ser necessária a cirurgia para correção. Na segunda a perda de audição geralmente é superior a 30 decibéis em pelo menos três frequências seguidas; se não se tiver um exame antigo, usa-se o outro ouvido como referência, ainda que a situação possa ocorrer bilateralmente (2%); há recuperação em cerca de 65%. O prognóstico é pior com maior perda auditiva, idade superior a sessenta anos, tratamento iniciado só após sete dias e vertigem<sup>1</sup>.

Ainda que o ruído durante o mergulho possa ser significativo (112 decibéis), tal não justifica diretamente a perda de audição; este é basicamente proveniente das marés, barcos (sobretudo), vento, comunicação para a superfície e entre mergulhadores, equipamento de mergulho e instrumentos de trabalho (brocas, martelos). Uma forma de atenuar o ruído subaquático é o capuz de espuma de neopreno (fator de atenuação de 5 a 15 decibéis), os tampões têm um coeficiente de atenuação superior mas, se não forem ventilados, aumentam o risco de barotraumatismo. O uso de um capacete que isole o ouvido da água, tornará o ruído mais lesivo (dada a propagação do som no ar versus água); ainda assim, este equipamento proporciona proteção física para a cabeça e diminui o risco de infeção no ouvido<sup>1</sup>.

A rutura do tímpano ocasiona surdez súbita de condução que pode ser acompanhada por náusea, vômito e vertigem. Acredita-se que a surdez súbita de condução ocorra em cerca de 22% dos mergulhadores com barotrauma severo do ouvido médio<sup>1</sup>.

#### **4.10) Outras alterações neurológicas**

A Síndrome Neurológica de alta pressão é causada por um efeito de compressão direta, eventualmente através de componentes lipídicos, nas membranas celulares das estruturas do sistema nervoso central. Esta geralmente ocorre com maior probabilidade a partir dos 150 metros; geralmente é caracterizada por tremor das extremidades, contrações musculares bruscas, astenia, desequilíbrio e descoordenação; podendo culminar em convulsões; a situação será tanto mais severa quanto mais rápida a compressão e maior o nível da pressão. Finalizar o mergulho lentamente e respirar o trimix (mistura de oxigénio, nitrogénio e hélio) diminui a probabilidade de surgirem complicações<sup>7</sup>.

#### **4.11) Outros fatores de risco/ riscos não mencionados na literatura consultada**

Todos os artigos seleccionados praticamente se dedicaram apenas à questão do barotraumatismo e da doença da descompressão, ou seja, salientando os fatores de risco da pressão atmosférica (valor absoluto e variação rápida da mesma) e toxicidade causada por acumulação de alguns gases no organismo.



Os fatores de risco/ riscos associados a estas atividades poderão ser resumidos da seguinte forma:

- desconforto térmico (e eventual hipotermia, dentro de água, ou hipertermia, fora dela)
- escoriação, mordedura ou amputação associada a alguma fauna e/ ou flora
- escoriação, corte, equimose, hematoma ou amputação associados ao equipamento utilizado
- afogamento
- uv (e eventual patologia cutânea e ocular)
- carga/ esforço físico (e eventuais lesões músculo-esqueléticas)
- ruído (hipoacusia/ surdez)
- trabalho em espaços confinados (e eventuais escoriação, equimose, hematoma, amputação, lesões músculo-esqueléticas ou intoxicação por agentes químicos)
- movimentos muito repetitivos (e eventuais lesões músculo-esqueléticas)
- alergias (associadas à fauna e/ ou flora)
- stress (possíveis ataques de pânico e eventuais danos físicos, por subidas rápidas)

## **5)Prognóstico**

A nível de prognóstico, parte da semiologia desaparece mas outra parte poderá ser permanente; a maioria consegue voltar a mergulhar; no entanto, existem cinco itens que devem ser cumpridos para que tal se faça com segurança:

- Se existir hipoacusia esta deve ser suave e estar estável
- Ausência de vertigem ou desequilíbrio
- Fatores de risco envolvidos nas complicações devem estar resolvidos/ atenuados
- Ausência de fatores de risco anatómicos relevantes
- Não serem precisas mais cirurgias<sup>2</sup>.

## **6)Terapêutica**

### **6.1)Câmaras hiperbáricas**

A bibliografia selecionada realçou que o tratamento da doença por descompressão, em situações de emergência, consiste em retirar o indivíduo da água e administrar oxigénio a 100%, até se ter acesso a oxigénio hiperbárico, numa câmara de alta pressão, mesmo que o oxigénio a 100% tenha revertido a sintomatologia. No início da sessão a câmara simula as condições de pressão no mar, de forma a diminuir o volume das bolhas formadas e a promover a sua dissolução nos tecidos e sangue. A administração de oxigénio favorecerá o gradiente de difusão do nitrogénio no sangue e bolhas, potenciando a passagem deste para o sangue e diminuindo a dimensão das bolhas.

Contudo, o oxigénio deve ser administrado de forma intermitente, para atenuar a toxicidade. A diminuição gradual da pressão da câmara para níveis atmosféricos permitirá a eliminação do nitrogénio via respiratória<sup>5</sup>.

Nas câmaras de um só lugar, apenas fica o paciente dentro da estrutura; nestas poderá ser mais frequente a intoxicação por oxigénio e a sensação de claustrofobia. Nas câmaras com vários lugares, não só podem estar vários pacientes em simultâneo, como também alguns profissionais de saúde, intervindo mais fácil e rapidamente, se necessário; nesta situação a estrutura não está pressurizada com oxigénio, uma vez que este é administrado por máscara individual. Geralmente são necessárias várias sessões<sup>5</sup>.

Existem vários protocolos: genericamente o paciente poderá fazer várias sub sessões de oxigénio a 100% (por exemplo, cerca de vinte minutos), espaçadas por algum tempo com ar ambiente (por exemplo, cinco minutos), para atenuar a toxicidade, descomprimindo gradualmente a câmara (por exemplo de dezoito para nove metros) e depois uns sessenta minutos a esse nível, intervalados por quinze minutos com ar ambiente<sup>5</sup>.

No Brasil, por exemplo, está estipulado que o trabalho dentro e de apoio às câmaras hiperbáricas deve ser realizado por Enfermeiros e Auxiliares de Enfermagem; contudo estes, ao longo da sua formação, não obtêm uma preparação direta para exercer neste contexto. Os elementos designados por Guias Internos têm a função de manter os locais limpos, arrumados e confortáveis, verificando também o normal funcionamento dos diversos equipamentos (som, temperatura, humidade, iluminação e administração de oxigénio). Para além de proporcionar algum entretenimento ao paciente (jogos, livros, revistas), devem também avaliar se a roupa deste é adequada (ou seja, baseada em fibras naturais, como algodão e linho) e que este não é portador de dispositivos médicos cujo funcionamento possa ficar comprometido na câmara<sup>16</sup>.

O profissional apelidado de “Guia Externo” proporciona uma introdução ao tratamento e garante o acesso a uma máscara de tamanho adequado e avalia o estado geral do paciente. Este também dá algumas indicações práticas relativas à homogeneização das pressões a nível do ouvido médio e seios faciais (como fechar a boca, apertar o nariz e engolir/ mastigar/ bocejar, mexer a mandíbula lateralmente). É também função deste alertar para situações relevantes como dor, tontura e cefaleia; bem como auxiliar as deslocações dos que apresentem alguma limitação da mobilidade. Durante as sessões é fornecida água para evitar a desidratação e para aumentar o movimento da deglutição. Caso o Guia interno perceba a existência de reações adversas, deverá informar o Externo e este, por sua vez, o Médico<sup>16</sup>.

## **6.2)Outros tratamentos**

A terapêutica para as alterações do canal auditivo externo poderá incluir antibioticoterapia e analgesia/ anti-inflamatórios. Para alterações do ouvido interno, poder-se-á prescrever descongestionantes- controverso (como a oximetazolina), antihistamínicos e analgésicos ou até prednisolona (para atenuar o edema e a inflamação); para situações com perfuração timpânica e/ ou otorreia poder-se-á acrescentar amoxicilina e ácido clavulâmico ou clindamicina. Se não existirem melhorias em duas semanas ou se se detetar uma perda auditiva neurosensorial superior a 40 decibéis, poder-se-á executar uma miringotomia exploratória para tentar fechar a janela redonda ou oval, caso resida aí o problema<sup>1,2</sup>. Contudo, a maioria das ruturas timpânicas resolve-se espontaneamente até duas semanas, sobretudo se a otorreia estiver controlada e a Trompa de Eustáquio funcional<sup>1</sup>, por exemplo.

## **7) Aptidão para mergulhar e eventuais contraindicações relativas e absolutas**

Em alguns países, para se fazer mergulho recreativo não são necessários quaisquer exames, o indivíduo apenas preenche um questionário de saúde; em função do teor das respostas, poderá ser ou não aconselhado a procurar o médico assistente. Noutros países é exigido um atestado médico de cinco em cinco anos até os quarenta anos, de três em três até os cinquenta e depois anualmente<sup>1,8</sup> ou um exame médico detalhado<sup>1</sup>. Em Portugal o mergulhador desportivo apenas tem de oficializar que não tem contraindicações médicas para a prática da atividade<sup>8</sup>. Este artigo pretende incidir no mergulho em contexto laboral, mas não é improvável que alguém se possa iniciar a título recreativo na atividade e depois fique mais confortável para abraçar algum projeto profissional nesta área.

Globalmente, a nível de exames requisitados, quando são pedidos, salienta-se o eletrocardiograma (sobretudo a partir dos quarenta e cinco anos); radiografia de tórax (controverso; mais consensual se existir algum diagnóstico prévio) e/ ou provas de função respiratórias<sup>8</sup>.

A asma pode ser encarada como contraindicação absoluta ou relativa, consoante as normas (poderá ser permitido mergulhar se não tiver precisado de broncodilatadores nas quarenta e oito horas anteriores, se as crises não forem desencadeadas pelo mergulho e se a espirometria não tiver alterações, antes e após exercício). No entanto, sabe-se que esta aumenta o risco de barotraumatismo, pneumotórax, pneumomediastino e embolia arterial durante o mergulho. Acredita-se que ela possa ter um papel importante nas mortes de 8 a 9% dos mergulhadores<sup>8</sup>.

Alguns investigadores consideram que a tuberculose também pode potenciar a probabilidade de ocorrer barotrauma, pneumotórax ou embolia arterial<sup>8</sup>.

Considera-se que a hipertensão arterial, desde que controlada, não interage diretamente no mergulho; quando muito, alguns dos fármacos utilizados. Contudo, outros defendem que a tensão diastólica superior a 100-110 mmHg deverá constituir recomendação para não mergulhar<sup>8</sup>.

Se existir anemia associada a células falciformes, o mergulho poderá estar contraindicado; tal como para qualquer hemoglobina inferior a 12 g/dl ou qualquer hematócrito menor que 37%. As coagulopatias também podem aumentar o risco de barotrauma e da Doença da Descompressão tipo 1<sup>8</sup>.

Quanto à taquicardia ventricular, considerou-se que esta não é compatível com a técnica de mergulho; as restantes disritmias deverão ser avaliadas, caso a caso<sup>8</sup>.

A angina de peito está associada a morte súbita, pelo que deverá ser cuidadosamente avaliada em contexto de mergulho<sup>8</sup>.

Quanto à diabetes, a questão é controversa; pois alguns acreditam que o risco de hipoglicemia com o esforço físico e mergulho prolongado poderá potenciar um desfecho negativo. Algumas normas, por sua vez, permitem a atividade, desde que os antidiabéticos orais sejam usados corretamente há pelo menos três meses e a insulina há pelo menos um ano, não existam complicações associadas à diabetes mal controlada e de longa data, sem crises hipo e hiperglicemiantes que tenham exigido a ajuda de terceiros há pelo menos um ano, valores de hemoglobina glicada A1c menores ou iguais a 9%, seguimento periódico pelo médico assistente e mergulhos inferiores a uma hora e a profundidades não superiores a trinta metros<sup>8</sup>.

Indivíduos com doenças do foro da Otorrinolaringologia com dificuldade em equalizar as pressões devem evitar mergulhar, ainda que os descongestionantes nasais possam ajudar em alguns casos<sup>8</sup>.

Com antecedentes de AIT (acidente isquémico transitório) ou AVC (acidente vascular cerebral) o mergulho deve ser desencorajado<sup>8</sup>.

Outros trabalhos realçam que contraindicações relativas para mergulhar poderão ser a existência de otite externa, estenose incompleta do canal auditivo externo e disfunção crónica da Trompa de Eustáquio e/ ou manobra de Valsalva deficiente. Como contraindicações absolutas poderão ser considerados o edema acentuado do canal auditivo externo, estenose total do mesmo, disfunção grave da Trompa de Eustáquio, perfuração timpânica, cicatrizes instáveis no tímpano, otorreia, hipoacusia recente com acufeno recorrente e/ ou outros sintomas vestibulares<sup>2</sup>. Outros autores também realçam que são contraindicações a existência de otite média crónica, perfuração atical ou marginal posterior, cirurgia ao estribo, aticotomia, doença de Menière e septo nasal que origine problemas na Trompa de Eustáquio<sup>1</sup>.

O exame de ORL para este efeito deve considerar:

- capacidade de equalizar os dois ouvidos
- confirmação visual da boa funcionalidade da Trompa de Eustáquio
- canal auditivo externo sem obstrução ou infeção (a exostose não é contraindicação se não obstruir totalmente)
- tímpano intacto
- função vestibular normal
- audição moderada a boa

- eventual audiograma (se tiver antecedentes de barotraumatismo do ouvido ou se estiver sujeito a ruído considerável)<sup>1</sup>.

## **8)Medidas de Prevenção**

Ainda que a tecnologia tenha evoluído e permita que os mergulhadores atinjam maiores profundidades e por tempos superiores, muitos indivíduos ainda utilizam técnicas rudimentares. Por exemplo, o uso de compressores a gasolina aumenta o risco de intoxicação por monóxido de carbono. Indivíduos que fazem mergulho artesanal não recebem qualquer formação ou treino, desconhecendo por vezes os riscos médicos da atividade<sup>14</sup>.

### **8.1)Coletivas**

O trabalho deve estar organizado em função de normas que atenuem os riscos laborais e deve ser proporcionada formação muito completa sobre as medidas de proteção coletivas.

Recomenda-se genericamente a subida de não mais que dez metros por minuto, mas com pausas de três minutos por cada cinco metros; não se recomenda que mergulhe mais que uma vez por dia, deve manter-se uma boa hidratação e evitar voar nas vinte e quatro horas seguintes<sup>13</sup>.

Deve-se evitar mergulhar com agudização de rinite/ sinusite ou infeção respiratória; fazer manobras de equalização para não chegar a sentir dor e, se esta surgir ou deixar de conseguir equalizar, voltar gradualmente à superfície e não voltar a mergulhar<sup>1,2</sup>. A equalização consegue-se fazendo entrar ar para o ouvido médio através da Trompa de Eustáquio, por abertura voluntária (contraindo os músculos do palato e projetando a mandíbula para a frente), pela manobra de Toynbee, técnica de Valsalva, manobra de Lowry (a anterior mas com deglutição), ou seja, juntando a de Valsalva com a de Toynbee e a técnica de Edmonds), como já se explicou; os mergulhadores devem ser experientes a usar estas técnicas. Contudo, deve-se destacar que alguns consideram que a equalização deixa de ser viável a partir de determinada profundidade, devido à diferença de pressões<sup>1</sup>.

É relevante que sejam respeitadas as tabelas de tempo/ profundidade, para que não sejam necessárias as paragens de descompressão<sup>1</sup>.

Ainda a nível de medidas de proteção coletiva, mesmo que não mencionadas nos documentos consultados, poder-se-ão considerar:

- proibição de trabalho isolado (mínimo aos pares)
- proibição de laborar se as comunicações entre colegas e com a equipa de apoio não estiverem funcionais

- organizar os turnos de trabalho de modo a não se exceder a profundidade, tempo e número de mergulhos considerados seguros
- exames médicos e técnicos minuciosos antes de definir as admissões
- exames médicos regulares para detetar precocemente questões médicas que possam condicionar problemas no mergulho ou possam estar a desenvolver-se por esta etiologia
- acesso aos exames auxiliares de diagnóstico indicados
- cumprimento rigoroso dos condicionamentos colocados
- rotação das tarefas mais lesivas.

Parte da bibliografia consultada refere-se aos mergulhadores recreativos e alguns autores salientam que estes não têm de cumprir com as regras impostas pelo empregador, nem fazem os mesmos exames médicos pré e pós-mergulho, em alguns países, pelo que podem estar em risco superior aos mergulhadores profissionais<sup>7</sup>.

## **8.2)Individuais**

Nenhum dos artigos consultados desenvolveu com destaque quais os equipamentos de proteção individual que poderiam ser utilizados neste contexto, de forma direta. Ainda assim poder-se-á subentender o uso óbvio de fato de mergulho, máscara facial ou capacete; os tampões auriculares, como já se mencionou, não têm utilidade/ segurança consensual entre as diversas situações.

## **9)Principais acidentes associados e principais causas de mortalidade**

Um estudo estudou a mortalidade existente entre mergulhadores noruegueses e concluiu que esta era até discretamente inferior à população geral (23 para 24/1000), ainda que seja um setor com acidentes laborais graves ou até fatais- por exemplo, no Reino Unido, foram registadas 13 mortes por 100.000 mergulhadores, enquanto que os setores da construção civil e mineração obtiveram valores na ordem dos 8 e 5, respetivamente<sup>17</sup>. As mortes neste setor mais frequentemente associam-se a situações de afogamento, barotraumatismo pulmonar e intoxicação por nitrogénio<sup>7</sup>. Sendo ainda possíveis, ainda que sem destaque nos artigos consultados, traumatismos associados a equipamento, fauna e flora.

## **10)Alguns dados de mergulhadores portugueses**

Uma tese de Mestrado Portuguesa avaliou 344 mergulhadores desportivos (entre os 3500 que se considera existir a nível nacional), cuja essência poderá ser semelhante em alguns aspetos aos mergulhadores profissionais. Concluiu-se que 15% assinalou em inquérito já ter tido algum acidente, 50% referiu pelo menos um episódio de barotrauma (mais frequente no ouvido, sobretudo com exostoses e acumulação de cerúmen), 3%

mencionou pelo menos um episódio de Doença da Descompressão; para além disso, 49% tinha um Índice de Massa Corporal superior a 25 (com 10% sendo obesos) e 44% apresentava rinite e/ ou sinusite. A nível de patologias<sup>8</sup>.

## **11)Orientações da Ordem dos Médicos**

Os autores gostariam ainda de incluir nesta revisão em breve resumo do documento elaborado por esta instituição, inspirado em normas europeias e acedível por qualquer motor de busca da internet. Nele se define que a Medicina Hiperbárica e Subaquática dedica-se à profilaxia e tratamento das patologias que podem surgir em circunstâncias com pressão ambiente superior à atmosférica, através do uso de câmaras hiperbáricas e administração de misturas gasosas (como heliox, nitrox) ou oxigenioterapia hiperbárica (oxigénio a 100%, com pressão superior à pressão atmosférica, ao nível do mar).

As câmaras podem ser para um ou mais indivíduos; neste último caso a administração de oxigénio ou misturas gasosas é feita através de máscara, tenda cefálica ou tubo endotraqueal (para situações mais graves); por sua vez, na primeira situação, a inalação é direta do ambiente que existe na câmara. O tratamento é prescrito em função da pressão, tempo e tipo de gás.

Os profissionais de saúde possuem uma “caderneta do trabalhador”, onde estão assinaladas as avaliações médicas ocupacionais, habilitações e dados de cada exposição hiperbárica, uma vez que estes podem também ficar sujeitos às variações de pressão, inalação de gases e alterações na temperatura e humidade. Cada equipa deverá ser constituída por médicos (um), enfermeiros (dois), operadores/ técnicos de oxigenioterapia (dois) e auxiliar de ação médica (um por cada seis pacientes ou quando existe pelo menos uma criança). A prescrição e supervisão é da responsabilidade do médico. Dentro das câmaras multilugar deverão estar presentes um enfermeiro e um “attendant”. Deve existir rotação entre os diversos elementos, de forma ao serviço funcionar 24 horas por dia, 7 dias por semana, ainda que à chamada, se não existirem casos no momento. Todos os elementos devem ter formação sobre como atuar em caso de emergência; os enfermeiros deverão ter especificamente formação em suporte avançado de vida e abordagem do doente crítico.

## **CONCLUSÃO**

Em nenhum dos documentos consultados se encontrou uma visão global e minimamente completa a nível de saúde ocupacional, ainda que alguns dos trabalhos tenham sido muito exaustivos a nível da física do mergulho e respetivas alterações fisiológicas, sobretudo associadas ao barotraumatismo e à doença da descompressão. Com esta revisão e reflexão dos autores, tentou-se listar os inúmeros riscos/ fatores de risco não mencionados e medidas de proteção pouco desenvolvidas na literatura.

Seria muito interessante investigar este setor a nível nacional e divulgar esses dados sob o formato de publicação de artigo(s).

## **CONFLITOS DE INTERESSE, QUESTÕES ÉTICAS E/OU LEGAIS**

Nada a declarar.

## **AGRADECIMENTOS**

Nada a declarar.

## **BIBLIOGRAFIA**

- 1)Pereira T. Surdez súbita associada ao Mergulho. Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa- Trabalho final de Mestrado Integrado em Medicina. 2017, 1-30.
- 2)Martins F. Mergulho em Apneia e Barotraumatismo- caso clínico de um mariscador. Faculdade de Medicina de Lisboa- Trabalho final de Mestrado Integrado em Medicina. 2017, 1-27.
- 3)Caldeira F. A prática de Mergulho e a Patologia ORL- Barotrauma. Faculdade de Medicina do Lisboa- Trabalho final de Mestrado Integrado em Medicina. 2016, 1-27.
- 4)Sá M, Rodrigues M, Mendonça R, Sá J. Ocular Barotrauma during Scuba Diving. Revista Brasileira de Oftalmologia. 2011, 70(6), 419-421.
- 5)Coelho L. Doença da Descompressão no Mergulho Recreativo com Ar Comprimido. Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa- Trabalho final de Mestrado Integrado em Medicina. 2017, 1-20.
- 6)Lemos M, Passos J. Production of the knowledge in the hyperbaric area: main illness associated to the professional Diving. Revista de Pesquisa: cuidado é fundamental on line. 2009, 1(2), 203-209.
- 7)Kot J. Extremely deep recreational dives: the risk for carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) retention and high pressure neurological syndrome (HPNS). International Maritime Health. 2012, 63, 1, 49- 55.
- 8)Araújo C. Caracterização demográfica e epidemiológica da prevalência de doenças potencialmente incapacitantes no Mergulho de Recreio em Portugal. Universidade da Beira interior- Faculdade de Ciências da Saúde, Dissertação de Mestrado Integrado em Medicina. 2010, 1-109.
- 9)Dormanesh B, Vosoughi K, Akhoundi F, Mehrpour M, Fereshtehjad S, Esmaili S et al. Carotid duplex ultrasound and transcranial doppler findings in commercial divers and pilots. 2016, 37, 1911- 1916. DOI: 10.1007/s1000724-y



- 10)Lambrechts K, Balestra C, Theron M, Henckes A, Galinat H, Mignant F et al. Venous gas emboli are involved in pos-dive macro, but not microvascular dysfunction. European Journal of Applied Physiology. 2017, 117, 335- 344. DOI: 10.1007/s00421-017-3537-9
- 11)Lee J, Kim K, Park S, Factors associated with residual symptoms after recompression in type I decompression sickness. American Journal of Emergency Medicine 33. 2015, 363- 366.
- 12)Tseng W, Huang N, Huang W, Lee H. Brown-Séquard Syndrome: a rare manifestation of Decompression Sickness. Occupational Medicine. 2015, 65, 758-760. DOI: 10.1093/occmed/kqu145
- 13)Cavalcante E, Freire I, Dantas B. Fisherman victims of decompression sickness: study in a naval hospital. Revista de Enfermagem. 2015, 9(10), 9520-9527. DOI: [10.5205/1981-8963-v9i10a10896p9520-9527-2015](https://doi.org/10.5205/1981-8963-v9i10a10896p9520-9527-2015)
- 14)Mendez N, Huchim-Lara O, Rivera- Canul N, Chin W, Tec J, Cordero-Romero S. Fatal cardiopulmonary decompression sickness in an untrained fisherman diver in Yucatán, Mexico: a clinical case report. Undersea & Hyperbaric Medical Society, Inc. 2017, 44(3), 279- 281.
- 15)Huchim-Lara O, Chin W, Salas S, Rivera-Canul N, Cordero- Romero S, Tec J et al. Decompression Sickness among diving fisherman in Mexico: observational retrospective analysis of DCS in three sea cucumber fishing seasons. Undersea & Hyperbaric Medical Society, Inc. 2017, 44(2), 149- 155.
- 16)Ancantara L, Leite J, Trivizan M, Mendes I, Uggeri C, Stipp M et al. Aspectos legais da enfermagem Hiperbárica Brasileira: por que regulamentar? Revista Brasileira de enfermagem. 2018, 63(2), 312-316.
- 17)Irgens A, Troland K, Thorsen E, Gronning M. Mortality among professional divers in Norway. Occupational Medicine. 2013, 63, 537- 543. DOI: 10.1093/occmed/kqt112

Fluxograma de 1ª fase

Fluxograma de 2ª fase

### **(1)Mônica Santos**

**Licenciada em Medicina; Especialista em Medicina Geral e Familiar; Mestre em Ciências do Desporto; Especialista em Medicina do Trabalho e Doutoranda em Segurança e Saúde Ocupacionais, na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Presentemente a exercer nas empresas Medicisforma, Servinecra e Securilabor; Diretora Clínica das empresas Quercia e Gliese; Diretora da Revista Portuguesa de Saúde Ocupacional on line. Endereços para correspondência: Rua Agostinho Fernando Oliveira Guedes, 42, 4420-009 Gondomar. E-mail: [s\\_monica\\_santos@hotmail.com](mailto:s_monica_santos@hotmail.com).**

### **(2)Armando Almeida**

**Doutorado em Enfermagem; Mestre em Enfermagem Avançada; Especialista em Enfermagem Comunitária; Pós-graduado em Supervisão Clínica e em Sistemas de Informação em Enfermagem; Docente no Instituto da Ciências da Saúde da Universidade Católica Portuguesa- Escola de Enfermagem do Porto; Diretor Adjunto da Revista Portuguesa de Saúde Ocupacional on line. 4420-009 Gondomar. E-mail: aalmeida@porto.ucp.pt.**

**(3)Catarina Lopes**

**Licenciada em Enfermagem, desde 2010, pela Escola Superior de Saúde Vale do Ave. A exercer funções na área da Saúde Ocupacional desde 2011 como Enfermeira do trabalho autorizada pela Direção Geral de Saúde, tendo sido a responsável pela gestão do departamento de Saúde Ocupacional de uma empresa prestadora de serviços externos durante 7 anos. Atualmente acumula funções como Enfermeira de Saúde Ocupacional e exerce como Enfermeira Generalista na SNS24. Encontra-se a frequentar o curso Técnico Superior de Segurança do Trabalho.**

**4715-028. Braga. E-mail: catarinafflopes@gmail.com**

**(4)Tiago Oliveira**

**Licenciado em Enfermagem pela Universidade Católica Portuguesa. Frequenta o curso de Técnico Superior de Segurança no Trabalho. Atualmente exerce a tempo inteiro como Enfermeiro do Trabalho. No âmbito desportivo desenvolveu competências no exercício de funções de Coordenador Comercial na empresa Academia Fitness Center, assim como de Enfermeiro pelo clube de futebol União Desportiva Valonguense. 4435-718 Baguim do Monte. E-mail: tiago\_sc16@hotmail.com.**